УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ, СПОРТА И ТУРИЗМА ЛИДСКОГО РАЙИСПОЛКОМА
ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«СРЕДНЯЯ ШКОЛА №16 г. ЛИДЫ»

Секция «Информатика»

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИБОРА ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ НЕИСПРАВНОСТЕЙ В ИМПУЛЬСНОЙ ТЕХНИКЕ

Авторы работы:
Лысенко Антон Александрович,
XI «А» класс
Лянцевич Матвей Юрьевич, X «А» класс
государственное учреждение образования
«Средняя школа № 16 г. Лиды»

Руководитель работы:
Шелевер Людмила Владиславовна,
учитель информатики
государственное учреждение образования
«Средняя школа № 16 г. Лиды»

г. Лида
2020

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ ……...…… 3
ГЛАВА 1. РАЗРАБОТКА ПЛАТЫ ПРИБОРА ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ НЕИСПРАВНОСТЕЙ В ИМПУЛЬСНОЙ ТЕХНИКЕ……... 5
1.1 Проектирование печатных плат в программе Sprint layout 6…… 5
1.2 Трассировка печатной платы прибора для диагностики неисправностей в импульсной технике……... 7
1.3 Изготовление платы прибора для диагностики неисправностей в импульсной технике при помощи лазерно-утюжной технологии ……. 8
ГЛАВА 2. РАЗРАБОТКА ЧЕРТЕЖА ПЕРЕДНЕЙ ПАНЕЛИ ПРИБОРА В ПРОГРАММЕ CORELDRAW……...… 11
ГЛАВА 3. СБОРКА ПРИБОРА ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ НЕИСПРАВНОСТЕЙ В ИМПУЛЬСНОЙ ТЕХНИКЕ……... 12
ГЛАВА 4. ПРОВЕДЕНИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ЕГО РЕЗУЛЬТАТЫ…... 13
4.1 Исследование блока питания компьютера……... 13
4.2 Исследование неспециализированного блока питания……... 13
4.3 Исследование характеристик прибора……... 13
ЗАКЛЮЧЕНИЕ ……..…… 14
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ ……... 15
ПРИЛОЖЕНИЯ …… 16

ВВЕДЕНИЕ

При ремонте электронной техники, в том числе компьютерной, до 70% отказов составляют неисправные электролитические конденсаторы. Многим приходилось видеть вздутые конденсаторы на материнских платах, компьютерных и других блоках питания, построенных на принципе импульсного преобразования. Довольно часто после замены неисправного узла устройство начинает работать, но это происходит не всегда.

Далеко не все конденсаторы, несмотря на нормальный внешний вид, могут быть исправны. В чем я убеждался неоднократно. Между тем, электролитический конденсатор неотъемлемый элемент любого блока питания - БП. Однако 20 – 30 лет назад данной проблемы не существовало. Причина в том, что ранее БП собирали на линейных трансформаторах, т.е. на трансформаторах, работавших на частоте 50Гц, частоте электрической сети. Классические БП имели большую массу и размеры, но проблем с электролитическими конденсаторами не было. С появлением новых технологий кардинально изменились методы изготовления блоков питания. Многократно увеличилась частота преобразования энергии. Теперь уже 50 – 80 КГц и больше. В результате всего этого конденсаторы, принцип изготовления которых остался прежним, перестали стабильно работать в новых условиях. Резко встал вопрос об изготовлении прибора, способного определить неисправность конденсатора.

Нами было решено изготовить простейший прибор для диагностики неисправностей в импульсной технике. Обычный мультиметр не предназначен для данного измерения.

Актуальность темы: прибор обладает малыми массогабаритными показателями и низкой себестоимостью, позволяет сократить количество измерительных приборов в ремонтной мастерской за счет своей многофункциональности, упростить процесс и минимизировать сроки ремонта.

Гипотеза: в домашних условиях можно изготовить простейший прибор для диагностики неисправностей в импульсной технике.

Предмет исследования: процесс изготовления прибора для диагностики неисправностей в импульсной технике и исследование его возможностей и свойств.

Объект исследования: прибор для диагностики неисправностей в импульсной технике.

Цель исследования: разработать и экспериментально проверить измерительный прибор для диагностики неисправностей в импульсной технике.

Задачи:

1. Разработка печатной платы прибора.
2. Разработка чертежа корпуса прибора.
3. Исследование характеристик прибора.

Этапы работы:

1 этап – спроектировать печатную плату прибора из принципиальной схемы в программе SprintLayout 6.

2 этап - изготовить плату прибора для диагностики неисправностей в импульсной технике при помощи лазерно-утюжной технологии

3 этап – разработать чертёж корпуса и передней панели прибора в программе CorelDRAW.

4 этап – сборка прибора для диагностики неисправностей в импульсной технике.

5 этап – проанализировать результаты исследования характеристик прибора.

ГЛАВА 1. РАЗРАБОТКА ПЛАТЫ ПРИБОРА ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ НЕИСПРАВНОСТЕЙ В ИМПУЛЬСНОЙ ТЕХНИКЕ

1.1 Проектирование печатных плат в программе Sprint layout 6

При разработке различных электронных схем в большинстве случаев возникает необходимость разработать плату к проектируемому устройству для размещения на ней деталей схемы. Программное обеспечение Sprint Layout 6 – это простой, но в то же время очень эффективный программный продукт для проектирования и ручной трассировки печатных плат малой и средней сложности [1].

В Sprint Layout для проектирования платы имеются семь слоев, шесть из которых символизируют слои реальной платы и схематично изображены на рис.1.

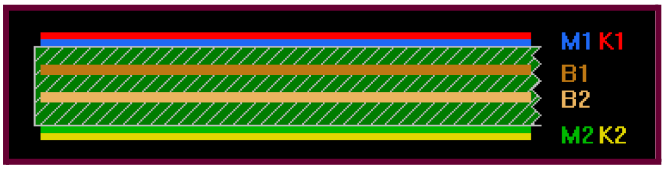


Рис. 1. Слои платы
M1 – верхний медный слой, K1 – верхний слой маркировки,
B1 – внутренний медный слой 1, B2 – внутренний медный слой 2,
M2 – нижний медный слой, K2 – нижний слой маркировки

Седьмой слой предназначен для изображения контура платы, необходимого при производстве. В Sprint Layout при проектировании используется принцип «прозрачной» платы: в процессе трассировки пользователь смотрит на плату сверху сквозь все слои и видит первым слоем верхний слой маркировку. Следует заметить, что нижние слои (M2 и K2) должны отображаться зеркально (см. рис.1) .

Затем, используя панель инструментов, мы выбираем, что будем рисовать: дорожка, контакт, SMD-контакт, полигон ну и прочие элементы. Можно добавлять текст, устанавливать связи (перемычки), между контактами и так далее. Внизу в этой панели есть панель где можно задать параметры такие как толщина дорожки, диаметр (внешний и внутренний) контакта, размеры SMD-контакта (см. рис.2) .

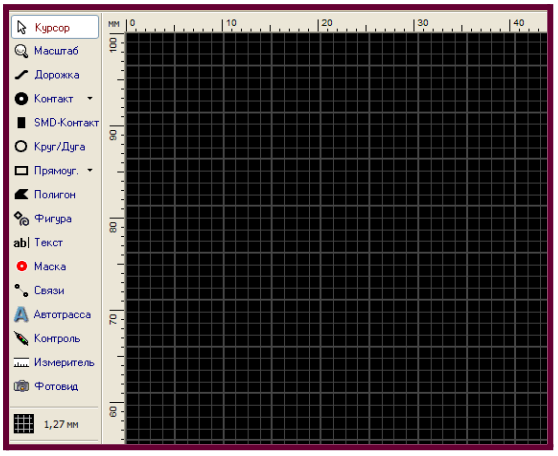


Рис. 2. Панель инструментов

Еще один важный инструмент — Измеритель. С его помощью можно измерить расстояния на плате (см. рис.3).

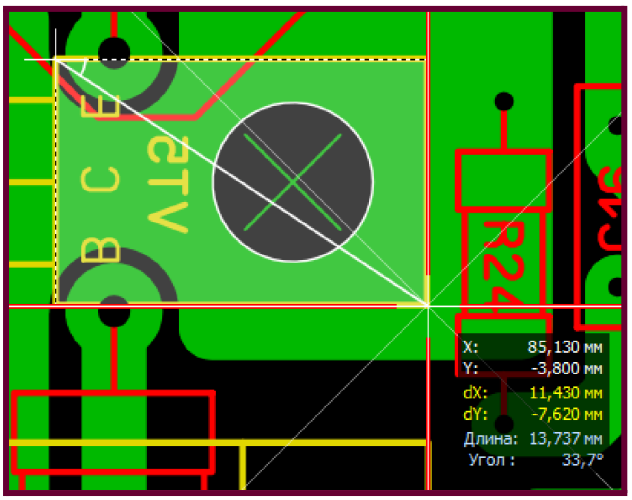


Рис. 3. Использование инструмента "Измеритель"

Затем, перемещая макросы из библиотеки (см. рис. 4) на плату, автоматически создается такой объект как компонент и появляется окно редактирования его свойств. Благодаря размещению макросов на плате в виде компонентов, позиционное обозначение или номинал компонента без проблем выделяются отдельно от своего посадочного места простым щелчком мыши и при перемещении заметно, к какому компоненту они принадлежат. А при выделении посадочного места, оно выделяется вместе со своими атрибутами – позиционным обозначением и номиналом [2].

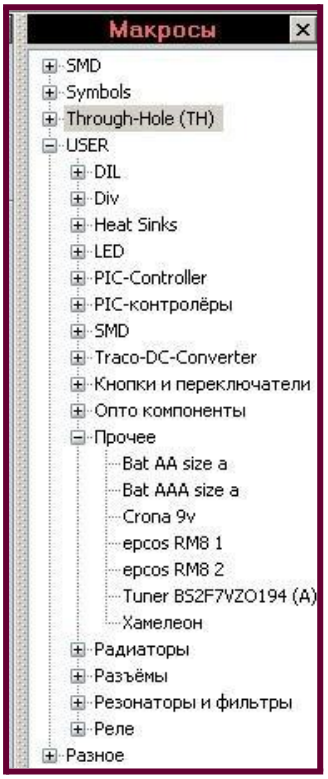


Рис. 4. Использование панели "Макросы"

1.2 Трассировка печатной платы прибора для диагностики неисправностей в импульсной технике

Первое, что мы сделали при создании платы, это рассмотрели её технические характеристики. Определили для себя сколько слоев будет иметь плата, и какие ограничения следует учитывать на ее габариты, так как плата трассируется под определенный корпус. Также определились с расположением и крепление разъемов, регуляторов. Проанализировав технические характеристики, приступили к её проектированию.

В первую очередь выполнили предварительную расстановку компонентов и соединили их связями. На данном этапе также нарисовали контур будущей платы. Далее провели расстановку компонентов таким образом, чтобы длина связей между ними была минимальной. Выбрали правильное расположение «минуса» общего провода. После этого приступили непосредственно к трассировке – соединению компонентов дорожками по проложенным связям. Несколько цепей выполнили в виде автополигона и сделали вырезы в заливке. После того, как трассировку закончили, расставили обозначения компонентов в слое маркировки таким образом, чтобы после изготовления платы не был затруднен монтаж радиокомпонентов, а также наладка и последующий возможный ремонт. Выполненный проект печатной платы показан в приложении (Приложение 1).

Для любого производства, в том числе и домашнего, существуют некоторые технологические ограничения – минимальное расстояние между двумя медными дорожками, минимальная ширина дорожки и т.п., которые необходимо учитывать в процессе трассировки. Но ошибки неизбежны и перед тем, как приступить к печати рисунка платы и ее изготовлению, мы проверили плату на отсутствие нарушений – провели так называемый DRC-контроль. В Sprint Layout установка правил проектирования и проверка платы на соответствие этим правилам производится на панели «DRC», которая вызывается щелчком мыши по соответствующему значку на панели инструментов.

Готовый рисунок печатной платы мы выведем на печать для последующего изготовления лазерно-утюжной технологией. Печатаем на бумаге, используя лазерный принтер**.** Надо всегда помнить, что плата получится зеркально отражена от картинки напечатанной на принтере. Для получения наилучшего результата, мы использовали бумагу из глянцевых журналов. Интенсивность текста и рисунков на странице журнала значения не имеет, т.к. журналы печатают на офсетном станке с использованием краски на спиртовой основе. Эта краска не способна помешать нашему непростому делу.

Принтер должен быть лазерный, недавно заправленный, в идеале новый картридж. Печатать нужно на максимальном разрешении и предварительно отключив все тонеро-сберегающие функции, т.е. печатать как можно жирнее**.**

1.3 Изготовление платы прибора для диагностики неисправностей в импульсной технике при помощи лазерно-утюжной технологии

Для переноса можно использовать утюг или ламинатор. Мы пользовались утюгом. Важно отметить, что бумагу с тонером нужно прикладывать к уже нагретому утюгом текстолиту. Это связано с расширением металлов при нагреве.

Затем мы вырезали кусочек текстолита по размеру нашей платы. Разместили текстолит между слоями газеты. Между утюгом и текстолитом должно быть 3 листа газеты. Прогреваем платку в течении 20 сек. (см. рис. 5).



Рис. 5 Разогрев текстолита

Накладываем нашу распечатанную плату с рисунком на прогретый текстолит. Разумеется тонером к фольге (см. рис. 6).

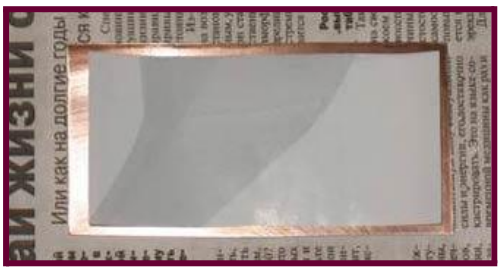


Рис. 6 Размещение печатной платы на текстолите

Теперь поместили текстолит с размещённой на нём печатной платой между листами газеты и начали проглаживать с небольшим нажимом в разных направлениях. Гладим примерно 90 секунд. При этом тонер плавится и начинает прилипать к медной фольге (см. рис. 7).



Рис. 7 Проглаживание утюгом печатной платы на текстолите

После этого, взяли другую газету, т.к. всё горячее, положили ее сверху и начали проглаживать руками равномерно по всей плате. Это нужно для того, чтоб весь тонер прилип к поверхности фольги (см. рис. 8).



Рис. 8 Проглаживание руками печатной платы на текстолите

Дальше вытащили плату из газеты и дали ей остыть до комнатной температуры. При этом бумага должна полностью прилипнуть к поверхности фольги (см. рис. 9).



Рис. 9 Остывание платы

Для того чтобы снять бумагу после переноса изображения наиболее аккуратно, мы опустили плату в ванночку с горячей водой и моющим средством. Моющего средства добавлять надо немного. Отмачиваем примерно 1-2 минуты, после чего аккуратно начинаем тереть подушечкой пальца по бумаге под струёй теплой воды до полного удаления бумаги (см. рис. 10).



Рис. 10 Отмачивание платы

Затем сделали раствор хлорного железа. Раствор получается темно-коричневого цвета. Перед травлением мы нагрели раствор до 50 градусов по Цельсию, и во время травления поддерживали эту температуру. Такая температура делает раствор максимально активным. Налили в ванночку раствор хлорного железа и опустили плату дорожками вниз. Во время травления мы непрерывно шевелили плату в растворе, это ускоряет травление в разы (см. рис. 11).

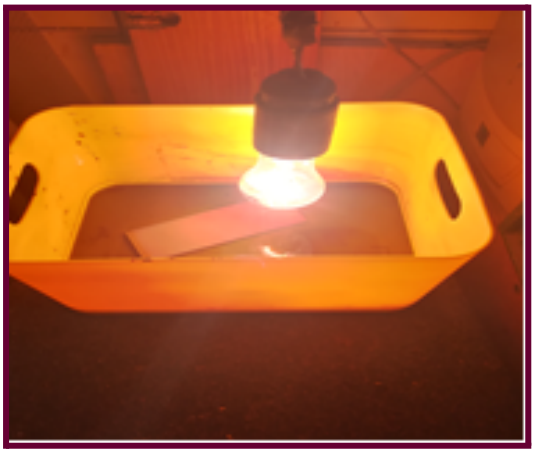


Рис. 11 Процесс травления в растворе хлорного железа

Время травления платы у нас заняло примерно 20 минут. Чем быстрее вы вытравите плату, тем точнее у вас медная фольга повторит рисунок напечатанный принтером. Если оставить плату в растворе на пару часов, то даже защищенные тонером участки будут стравлены, и у вас в руках будет кусок голого текстолита. Важно заметить**,** что сначала стравливаются самые узенькие участки на плате, а самые широкие участки стравятся позже всех. Рекомендовано при разработке платы учесть этот факт, и не делать больших зазоров между дорожками, лучше делать широкие дорожки. Мы зазор делали максимум 0,5 мм. Это полезно также и для раствора в котором вы травите, т.к. он портится при насыщении медью. Чем меньше меди вы стравливаете, тем дольше раствор будет пригодным к травлению.

После травления остатки тонера и маркера нужно смыть ватным тампоном, смоченным ацетоном или растворителем 646. Рекомендовано предварительно просушить плату после травления.

ГЛАВА 2. РАЗРАБОТКА ЧЕРТЕЖА ПЕРЕДНЕЙ ПАНЕЛИ ПРИБОРА В ПРОГРАММЕ CORELDRAW

Определившись с дизайном передней панели прибора, настало время ее нарисовать. В программе CorelDraw, ориентируясь на чертёж с набросками, рисуем переднюю панель (см. рис.16).

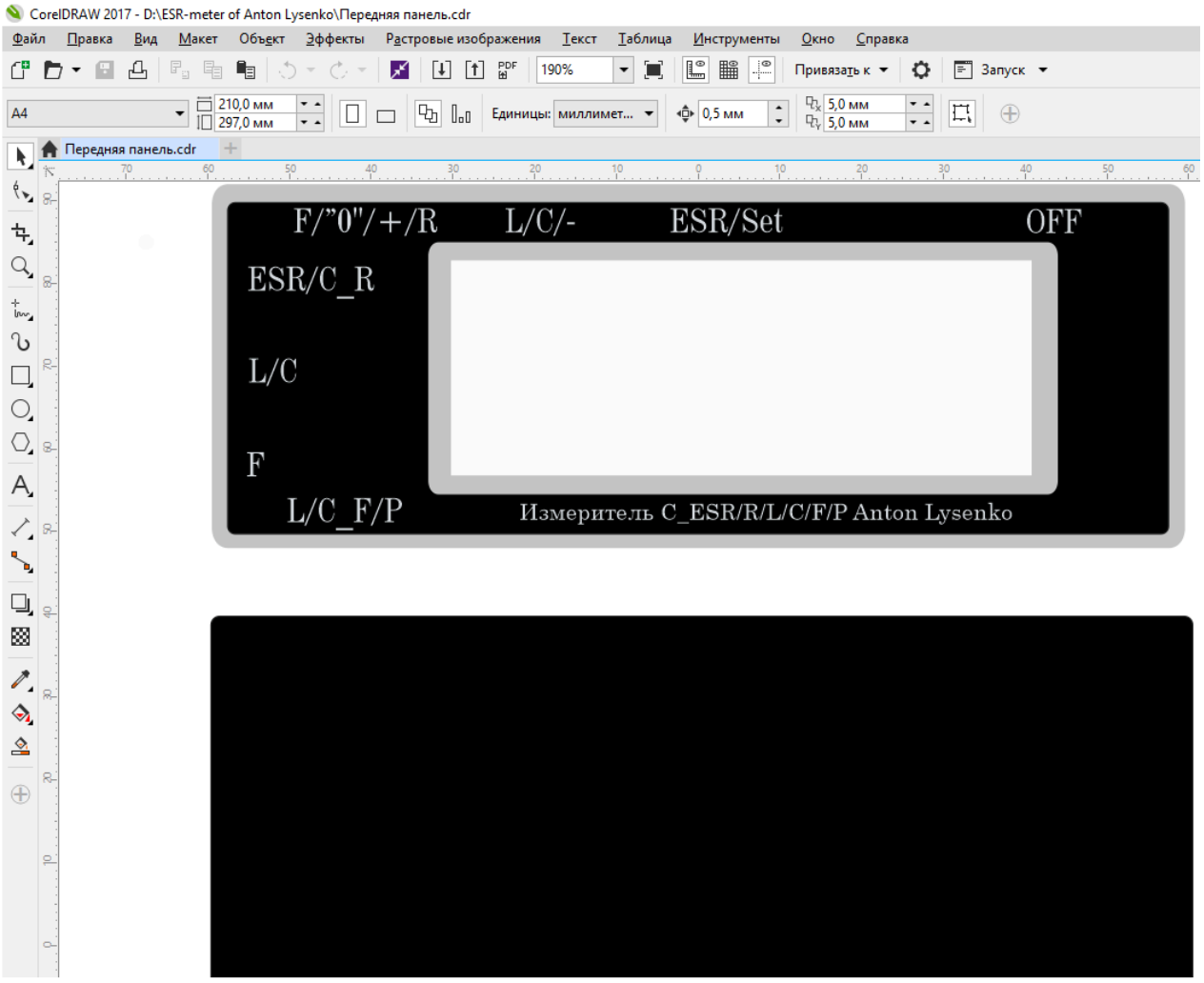


Рис. 16 Передняя панель прибора

ГЛАВА 3. СБОРКА ПРИБОРА ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ НЕИСПРАВНОСТЕЙ В ИМПУЛЬСНОЙ ТЕХНИКЕ

После распечатки чертежа, мы приступили к созданию корпуса прибора, который будет состоять из текстолита. Сначала вырезали верх и боковые стороны. Верхняя часть и скос вырезаются одним куском, потом делаем надрез в месте излома и надламывается текстолит. Боковые заготовки, тыльную сторону и переднюю часть припаиваем таким образом, чтобы верх корпуса стоял на них — это дает прочность при нажатии. Затем приступаем к монтажу элементов. Размещаем на плате микроконтроллер pic16f886 с помощью отладочной платы программатора, а также резисторы, трансформаторы и конденсаторы. Устанавливаем элемент питания и припаиваем плату к корпусу прибора. Затем производим калибровку прибора под эталонные постоянные (см. рис.17).



Рис. 17 Прибор для диагностики неисправностей в импульсной технике

ГЛАВА 4. ПРОВЕДЕНИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ЕГО РЕЗУЛЬТАТЫ

4.1. Исследование блока питания компьютера

В рассматриваемом компьютерном блоке питания проблема в том, что, когда подключаем к материнской плате, дежурное питание проседает до 3,4 вольт хотя в норме должно быть 5 вольт. Проблема чаще всего кроется в двух параллельных электролитических конденсаторах. Проверим их нашим прибором. Первый конденсатор - прибор показывает 0,15 Ом ЭПС, емкость 2630 мкф анализатор показывает 0,49 Ом. Конденсатор в норме. Поверяем следующий. У второго конденсатора - 0,18 Ом ESR, емкость 2630 мкф, анализатор показывает 1 Ом. Вывод: именно этот конденсатор вышел из строя и требует замены.

4.2. Исследование неспециализированного блока питания

Исследуем следующие 2 неспециализированных блока питания. Первый блок питания вышел из строя в связи со скачком напряжения. Все полупроводниковые элементы были проверены мультиметром и они исправны, подозрение пало на импульсный трансформатор. Второй блок питания абсолютно рабочий. Теперь проверим импульсный трансформатор методом сравнения. Проверяем первичную обмотку на силовом трансформаторе исправного блока питания. Прибор показывает 4,15 мГн. Обязательная установка нуля. Эту же обмотку проверяем на неисправном блоке питания. Прибор показывает 1,78 мГн и как видим, индуктивность отличается в 2 раза. Собственно это и стало неисправностью данного блока питания.

4.3. Исследование характеристик прибора для диагностики неисправностей в импульсной технике

Чтобы убедиться, что прибор правильно *показывает* частоту, мы будем использовать выход осциллографа. У данного осциллографа на выходе 1 МГц. Как видим, прибор показывает 1 МГц, то есть прибор наш используется не только как ЭПС метр и прибор для измерения емкости конденсаторов, а ещё, как и частотомер. Прибор позволяет измерять параметры неотъемлимых элементов любого блока питания: конденсаторов, катушек индуктивности, трансформаторов, а так же частоту сигнала (Приложение 2).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведённого исследования стало возможным познакомиться с программой Sprint layout 6, предназначенной для проектирования и ручной трассировки печатных плат малой и средней сложности. Изучить саму программу, принципы её работы, а также разработать плату прибора для диагностики неисправностей в импульсной технике. Используя лазерно-утюжную технологию, плата была изготовлена. В программе CorelDraw был разработан чертёж передней панели прибора. Затем был произведен монтаж элементов с целью создания прибора для диагностики неисправностей в импульсной технике.

Таким образом, цель и задачи, поставленные в работе, были полностью достигнуты. При изучении и анализе литературы были использованы различные информационно-технологические издания.

Считаем, что наша гипотеза подтвердилась, мы смогли в домашних условиях изготовить простейший прибор для диагностики неисправностей в импульсной технике. Прибор позволяет измерять параметры неотъемлимых элементов любого блока питания: конденсаторов, катушек индуктивности, трансформаторов, а так же частоту сигнала, не все перечисленные параметры можно измерять с помощью мультиметра.

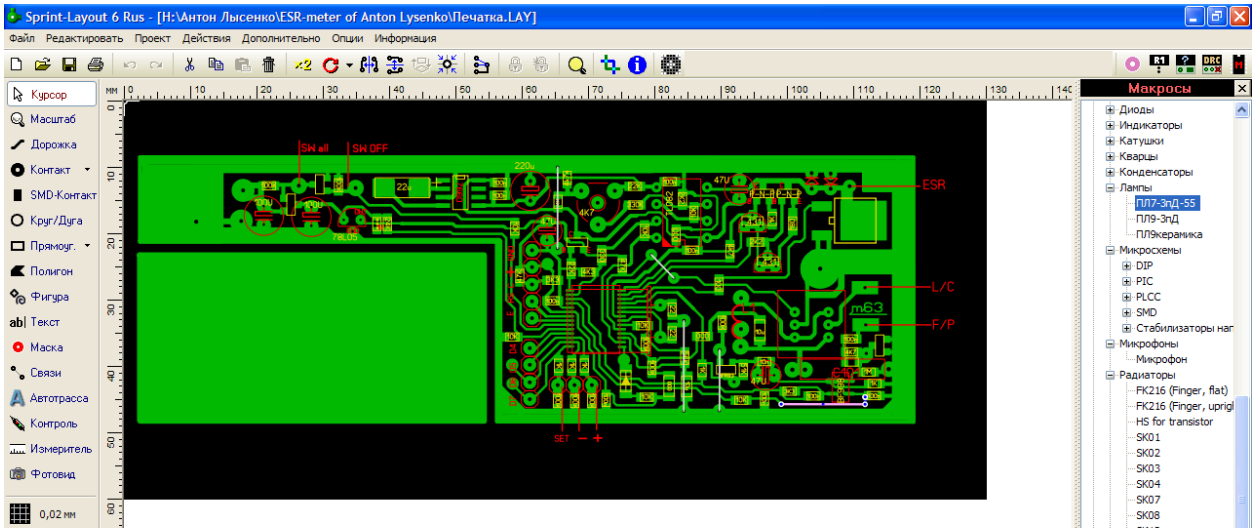
Главное отличие данного прибора от аналогов это функция анализатора, которая позволяет оперативно обнаружить неисправный конденсатор без демонтажа элемента. В приборе есть функция “установки нуля” для проведения более точных измерений, также имеется свои “Service” настройки, чтобы настраивать прибор под эталонные постоянные. С помощью данного устройства можно измерять:

ESR электролитических конденсаторов 0-50 Ом;
емкость электролитических конденсаторов 1мкФ - 20000мкФ;
емкость постоянных конденсаторов 10Пф - 1мкФ;
индуктивность 10мкГн – 1Гн
частоту сигнала до 20МГц

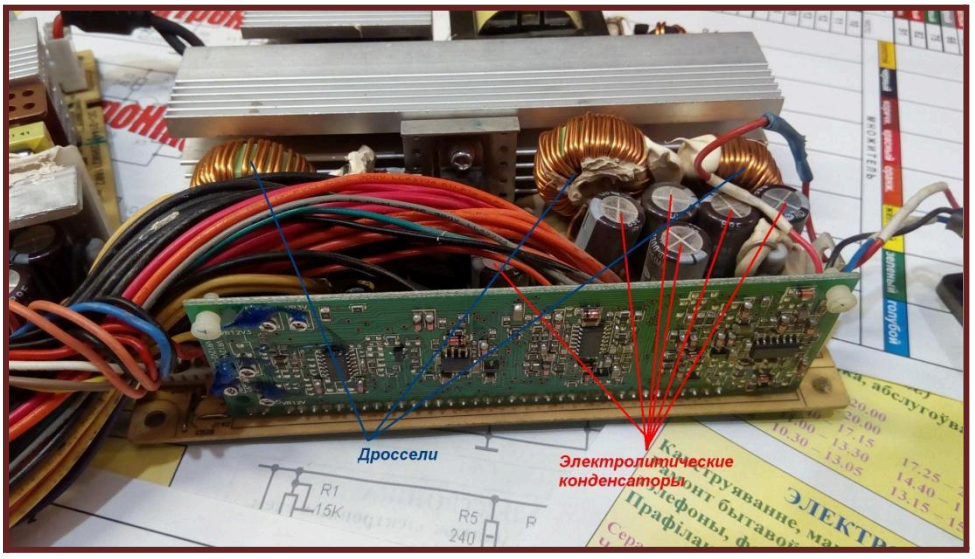
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

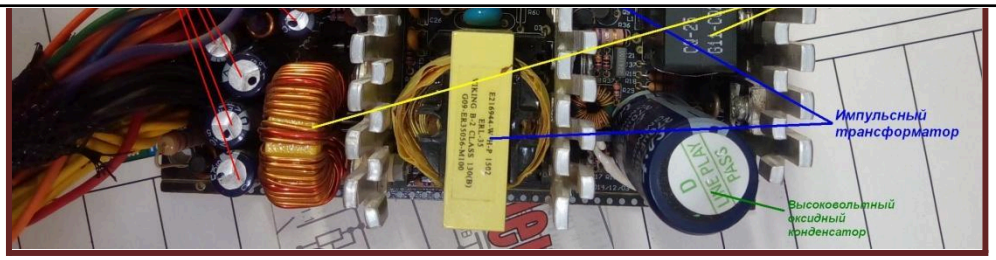
1. Sprint Layout// ABACOM Ingenieurgesellschaft – Режим доступа: http://www.abacom-online.de/uk/html/sprint-layout.html
2. Встроенный справочный файл программы Sprint Layout 6.
3. «Радио». Индикатор ЭПС оксидных конденсаторов. № 7 2008 г.
4. «Радио». Приставка-измеритель LC №12 1998 г.
5. Галкин, Г.И. Начинающему радиолюбителю/Г.И. Галкин – Минск: 1989.
6. Катушка индуктивности https://microtechnics.ru/ustrojstvo-i-princip-raboty-katushki-induktivnosti/
7. PIC – https://habr.com/ru/post/97795/
8. Операционный усилитель http://easyelectronics.ru/operacionnyj-usilitel.html
9. Прошивка PIC http://radioskot.ru/publ/mk/kak_proshit_pic_kontroller/9-1-0-282
10. Обратная связь http://www.treninginsk.ru/9-stati/87-obratnaya-svyaz-kak-instrument-upravleniya.html

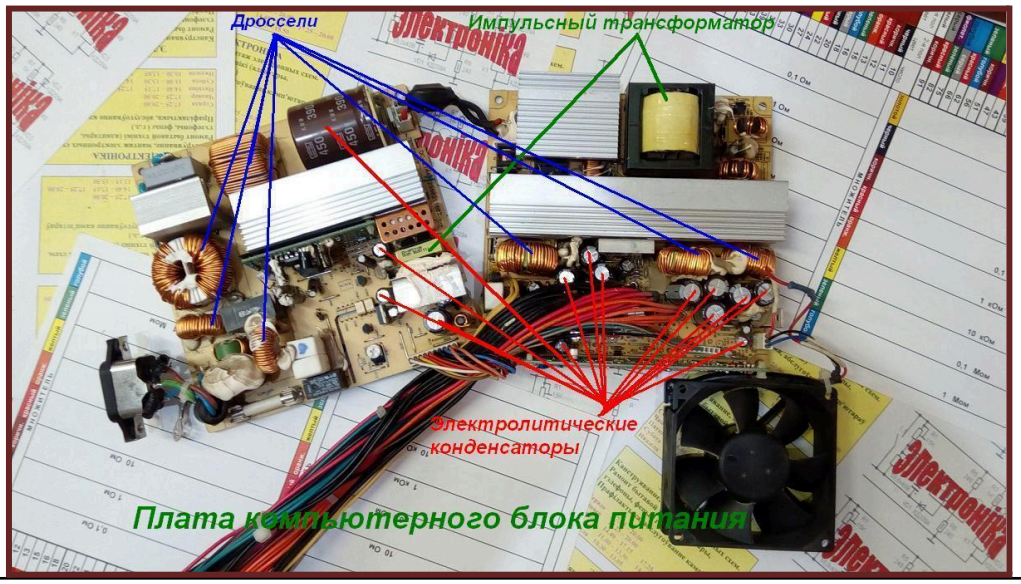
ПРИЛОЖЕНИЕ 1



ПРИЛОЖЕНИЕ 2




Импульсный трансформатор
Высоковольтный оксидный конденсатор


Дроссели
Импульсный трансформатор
Электролитические конденсаторы
Плата компьютерного блока питания


Блок питания для ноутбука
Электролитические конденсаторы
Импульсный трансформатор